

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-158315
 (43)Date of publication of application : 03.06.2004

(51)Int.CI.

H05B 33/28
H05B 33/14

(21)Application number : 2002-323388
 (22)Date of filing : 07.11.2002

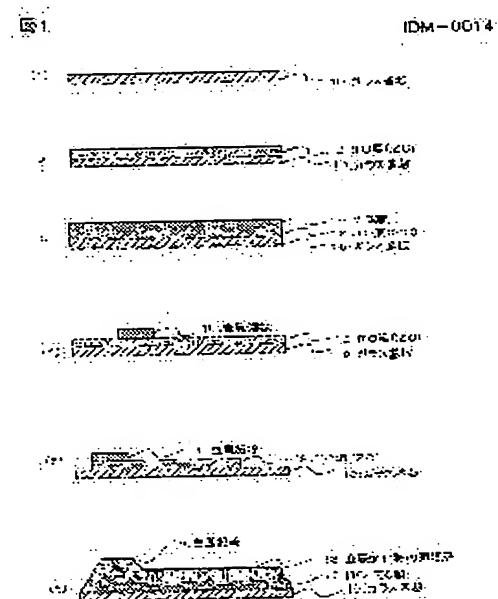
(71)Applicant : IDEMITSU KOSAN CO LTD
 (72)Inventor : INOUE KAZUYOSHI

(54) ELECTRODE SUBSTRATE FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, AND ORGANIC EL LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL light emitting device with high transparency, high durability, low driving voltage, no crosstalk caused by disconnection of counter electrodes and leak current, and high luminescent brightness, and to provide a substrate for an organic EL element efficiently providing the organic EL elements.

SOLUTION: The substrate for the organic electroluminescent element is obtained by laminating in order an electrode driving an organic electroluminescent layer, a transparent conductive thin film containing indium oxide, metallic fine wires, a metal oxide thin film layer on a base plate, and the organic EL element is manufactured with the electrode substrate for the organic electroluminescent element having the metal oxide thin film layer which has a work function exceeding 5.6 eV, and a specific resistance of $10E+4\Omega\text{cm}$ or more. By having a work function of 5.6 eV, an effect of lowering driving voltage, enhancing luminescent brightness, and enhancing durability can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-158315

(P2004-158315A)

(43) 公開日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int.Cl.⁷
H05B 33/28
H05B 33/14F 1
H05B 33/28
H05B 33/14テーマコード(参考)
3K007

A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O.L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-323388 (P2002-323388)
(22) 出願日 平成14年11月7日 (2002.11.7)(71) 出願人 000183646
出光興産株式会社
東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(74) 代理人 100109014
弁理士 伊藤 充
(72) 発明者 井上 一吉
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興
産株式会社中央研究所内
F ターム(参考) 3K007 AB02 AB06 AB08 AB11 AB18
CA01 CB01 CB04 DB03

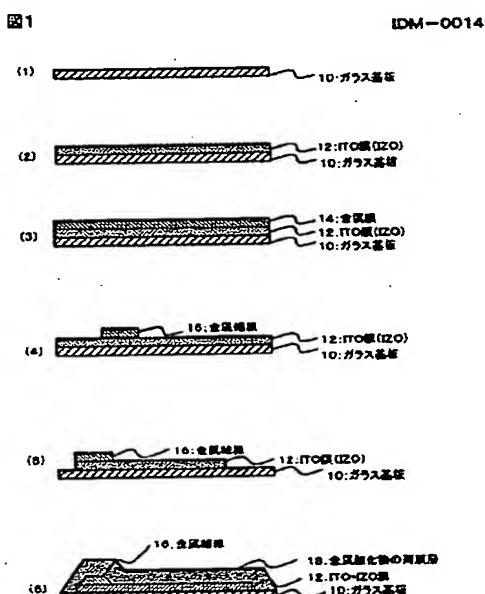
(54) 【発明の名称】有機電界発光素子用電極基板および有機EL発光装置

(57) 【要約】

【課題】透明性や耐久性に優れるとともに、駆動電圧が低く、しかも対向電極の断線や、リーク電流によるクロストークのない発光輝度が高い有機EL発光装置およびそのような有機EL素子が効率的に得られる有機EL発光素子用の基板を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明は、有機電界発光層を駆動する電極と、酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、金属細線と、金属酸化物の薄膜層とをこの順で基材上に積層した有機電界発光素子用基板であって、上記金属酸化物の薄膜層が5.6 eVより大きい仕事関数、および10E+4 Ω cm以上の比抵抗を有することを特徴とする有機電界発光素子用電極基板を用いて、有機EL素子を製造する。仕事関数が5.6 eVであることによって、低電圧化、発光輝度向上、耐久性の向上等の効果が得られる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前記有機電界発光層を駆動する電極と、
酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、
金属細線と、
金属酸化物の薄膜層と

をこの順で基材上に積層した有機電界発光素子用基板であって、前記金属酸化物の薄膜層
が 5.6 eV より大きい仕事関数、および $10 \text{ E} + 4 \Omega \text{ cm}$ 以上の比抵抗を有することを
特徴とする有機電界発光素子用電極基板。

10

【請求項 2】

前記有機電界発光層を駆動する電極と、
金属細線と、
酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、
金属酸化物の薄膜層と

をこの順で基材上に積層した有機電界発光素子用基板であって、前記金属酸化物の薄膜層
が 5.6 eV より大きい仕事関数、および $10 \text{ E} + 4 \Omega \text{ cm}$ 以上の比抵抗を有することを
特徴とする有機電界発光素子用電極基板。

【請求項 3】

前記金属酸化物の薄膜層の仕事関数が、 $10 \text{ E} + 4 \Omega \text{ cm} \sim 10 \text{ E} + 8 \Omega \text{ cm}$ であること
を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の有機電界発光素子用電極基板。

20

【請求項 4】

前記金属酸化物層の薄膜層の仕事関数が、 5.8 eV 以上であることを特徴とする請求項
1～3のいずれか一項に記載の有機電界発光素子用電極基板。

【請求項 5】

前記金属酸化物が酸化亜鉛又は酸化スズの少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項
1～4のいずれか一項に記載の有機電界素子用電極基板。

【請求項 6】

前記金属酸化物が少なくとも1種のランタノイド系酸化物を含むことを特徴とする請求項
1～5のいずれか一項に記載の有機電界素子用電極基板。

30

【請求項 7】

前記ランタノイド系金属酸化物が、
酸化セリウム、酸化プラセオジウム、酸化ネオジウム、酸化サマリウム、酸化テルビウム
からなる群から選択される酸化物であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に
記載の有機電界発光素子用電極基板。

【請求項 8】

前記金属細線が、 Ag 、 Al および Cu からなる群から選択される少なくとも1種を含む
ことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子用電極基板。

【請求項 9】

前記金属細線が、仕事関数が 5.0 eV 以上である金属を含むことを特徴とする請求項 1
～8のいずれか一項に記載の有機電界発光素子用電極基板。

40

【請求項 10】

前記仕事関数 5.0 eV 以上の金属が、 Au 、 Ir 、 Ni 、 Co 、 Pd 、 Pt からなる群
より選択した1種又は2種以上の金属であることを特徴とする請求項 9 に記載の有機電界
発光素子用電極基板。

【請求項 11】

請求項 1～10 に記載の有機電界発光素子用電極基板、陰極層および有機電界発光層から
なる有機EL発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

有機電界発光素子用の電極基板およびその電極基板を用いた有機EL発光装置に関する。

【0002】

【従来技術】

従来から、2個の電極間に有機発光層を挟持した構造を有する有機EL素子が以下に示す理由等から銳意研究開発され、開発の対象とされている。

【0003】

- (1) 完全固体素子であるため、取り扱いや製造が容易である。
- (2) 自己発光が可能であるため、発光部材を必要としない。
- (3) 視認性に優れているため、ディスプレイに好適である。
- (4) フルカラー化が容易である。

しかしながら、有機発光層は、有機物であり、一般に電子や正孔を輸送しにくいため劣化しやすく、長期間使用すると、リーク電流が生じやすいという問題が見られた。

【0004】

例えば、後述する特許文献1には、陽極の仕事関数と正孔輸送層のイオン化エネルギーとの間のエネルギー差を小さくし、長寿命化を図ることを目的として、陽極に、酸化錫インジウム(ITO: Indium Tin Oxide)よりも仕事関数が大きく、かつ、導電性の金属酸化物材料を用いることが特許文献1に記載されている。このような導電性金属酸化物としては、例えば、RuO_x、MoO₃、V₂O₅が記載されており、これらの金属酸化物を用いた有機EL素子が特許文献1に開示されている。

【0005】

また、同特許公報において、光透過率(%)を向上させるために、これらの導電性の金属酸化物材料から成る薄膜とITOとを積層した2層構造の陽極が提案されている。

【0006】

また、下記特許文献2には、透明電極に接続して金属線を配設し、透明電極の抵抗を減少させた有機EL素子が開示されている。

【0007】

また、下記特許文献3には、同様に透明電極の上に仕事関数の小さな金属を配設し、透明電極の抵抗を減少させた有機EL素子が開示されている。

【0008】

また、下記特許文献4には、EL素子において補助金属膜を用いている例が開示されている。補助金属膜上に特別に絶縁膜を配置し、絶縁破壊を防止している。

【0009】

また、下記特許文献5には、長期間の使用を可能にすべく、電極と有機発光層との間に、絶縁性薄膜層を備えた有機EL素子が開示されている。この特許文献5に開示された有機EL素子は、具体的には、陽極層と有機発光層との間、あるいは陰極層と有機発光層との間に、窒化アルミニウムや窒化タンタル等から成る絶縁性薄膜層を備えた構成を採用している。

【0010】

また、下記特許文献6には、m-MTDATAやテトラアリールジアミン誘導体等を使用することのない低コストの有機EL素子を提供することを目的として、電極と有機発光層との間に、NiOにIn₂O₃、ZnO、SnO₂又は、B、P、C、N、Oの少なくとも一つを添加した無機材料層、あるいはNi_{1-x}O (0.05 ≤ x ≤ 0.5)よりなる無機材料層を形成した有機EL素子が開示されている。

【0011】

また、下記特許文献7には、ITO表面をフッ素化して仕事関数6.2eVのITOを得る例が示されている。

【0012】

【特許文献1】

特許2824411号公報

【特許文献2】

10

20

30

40

50

特開平4-82197号公報

【特許文献3】

特開平5-307997号公報

【特許文献4】

特公平5-76155号公報

【特許文献5】

特開平8-288069号公報

【特許文献6】

特開平9-260063号公報

【特許文献7】

特開2000-277256号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献1に開示された有機EL素子は、 RuO_x 、 MoO_3 、 V_2O_5 等の金属酸化物材料を使用しても、正孔の移動性や耐久性がいまだ不充分であると考えられる。また、 RuO_x 、 MoO_3 、 V_2O_5 等の金属酸化物材料は、光吸収係数の値が 27000 cm^{-1} 以上と大きく、激しく着色していた。したがって、これらの金属酸化物材料からなる陽極層は、可視光域における光透過率(%)が、例えばITOの約1/9~1/5というように極端に低く、そのため発光効率が低くなり、外部に取り出せる光量が少ないという問題が見られた。また、これらの金属酸化物材料からなる薄膜とITOとを積層した2層構造の陽極であっても、光透過率(%)はITOの約1/2程度であり、依然値が低くて、実用的でないという問題が見られた。20

【0013】

また、この2層構造の陽極層を構成する場合、ITOや金属酸化物薄膜の厚さを所定範囲内の値にそれぞれ制限しなければならず、製造上の制約が大きいという問題も見られた。

【0014】

また、仕事関数はITOより大きくなるものの、その抵抗値はITOと同等かもしくは大きくなり、実用上問題があった。

【0015】

また、上記特許文献2に開示された有機EL素子は、絶縁性薄膜層に窒化アルミニウムや窒化タンタル等を使用しているため、この部分で電圧のロスがあり、結果として駆動電圧が高くなりやすいという問題が見られた。30

【0016】

また、上記特許文献2および上記特許文献3に開示された有機EL素子においては、補助として用いる金属線が形成する段差によって対向電極が断線し、表示欠陥を生じやすいという問題があった。また金属配線から有機EL素子の有機層、例えば正孔注入層に微小な電荷の注入が行われるため、いわゆるクロストークの原因となりやすいという問題があった。

【0017】

また、上記特許文献4に開示された無機EL素子においても、補助金属膜および絶縁膜の膜厚から段差を生じ、対向電極が断線しやすいという問題があった。40

【0018】

また、上記特許文献7に開示された方法では、ITO表面をフッ素化しており、仕事関数は6.2eVまで向上するが、表面が絶縁膜化してしまうので、仕事関数向上の効果が出なくなるなどの問題がある。

【0019】

また、上記文献7に開示されたITOの場合では、エッチング後の電極端部には凹凸が発生し、そのために、陽極、陰極間でリーク電流が流れ、発光輝度が低下したり、発光しなくなったりする問題があった。

【0020】

上記問題について、本願発明者らが鋭意検討したところ、有機EL素子の電極層に特定の50

金属酸の補助配線を具備し、全面に仕事関数が5.6 eV以上、固有抵抗が10 Ω cm以上の表面層を有する多層膜を組み合わせて使用することにより、透明性や耐久性に優れ、しかも、低電圧（例えば、直流5V以下）の印加であっても優れた発光輝度が得られることを見いだされた。

【0021】

すなわち、本発明は、特定の金属補助配線と表面薄膜層の組み合わせからなる電極層を備えたことにより、電極抵抗が著しく小さく、透明性や耐久性に優れるとともに、駆動電圧が低く、しかも対向電極の断線や、リーク電流によるクロストークのない発光輝度が高い有機EL素子およびそのような有機EL素子が効率的に得られる有機EL素子用の基板および有機EL素子用の製造方法を提供することを目的とする。

10

【0022】

【課題を解決するための手段】

1. 本発明は、上記有機電界発光層を駆動する電極と、酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、金属細線と、金属酸化物の薄膜層とをこの順で基材上に積層した有機電界発光素子用基板であって、上記金属酸化物の薄膜層が5.6 eVより大きい仕事関数、および10 E + 4 Ω cm以上の比抵抗を有することを特徴とする。

20

【0023】

仕事関数が5.6 eV以上であれば、有機物への正孔注入効率が良く、発光輝度が向上し、寿命が伸びるからである。仕事関数は、好ましくは5.8 eV以上、より好ましくは6.0以上である。

20

【0024】

また、上記金属酸化物の薄膜層の厚みは1～100 nmであり、好ましくは5～50 nm、より好ましくは5～20 nmである。薄膜層の厚みが1 nm以下では、薄膜層の効果が出ない場合があり、薄膜層の厚みが100 nm以上では、薄膜層の陽極間抵抗が小さくなり、クロストークの原因になる場合がある。

【0025】

薄膜層が電極基板を覆う部分は、ディスプレイ部分および／又は配線部分であり、外部との電極取り出し部は、覆っても良いし、覆わなくても良い。

30

【0026】

2. 本発明は、上記有機電界発光層を駆動する電極と、金属細線と、酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、金属酸化物の薄膜層とをこの順で基材上に積層した有機電界発光素子用基板であって、上記金属酸化物の薄膜層が5.6 eVより大きい仕事関数、および10 E + 4 Ω cm以上の比抵抗を有することを特徴とする。

【0027】

本発明は、上記請求項1に記載された発明の構成の順番を入れ替えたものである。すなわち、酸化インジウムを含む透明導電薄膜と、金属細線との積層する順番を入れ替えたものである。このような構成でも発明の作用・効果は上記1と同様である。

【0028】

3. 本発明は、上記金属酸化物の薄膜層の仕事関数が、10 E + 4 Ω cm～10 E + 8 Ω cmであることを特徴とする。

40

【0029】

比抵抗が10 E + 4 Ω cm以下では、陽極間の抵抗が小さくなり、クロストークの原因となるからである。また、比抵抗が10 E + 8 Ω cm以上では、抵抗が大きくなりすぎて、正孔注入効率が低下する場合があるからである。

【0030】

4. 本発明は、上記金属酸化物層の薄膜層の仕事関数が、5.8 eV以上であることを特徴とする。

【0031】

前述したように、仕事関数は、好ましくは5.8 eV以上、より好ましくは6.0以上である。

50

【0032】

5. 本発明は、上記金属酸化物が酸化亜鉛又は酸化スズの少なくとも一方を含むことを特徴とする。

【0033】

酸化インジウム+酸化スズ系を主成分とする場合には、 $I_n / (I_n + S_n) = 0.6 \sim 0.98 \text{ at\%}$ とすることが好ましい。より好ましくは $0.75 \sim 0.95 \text{ at\%}$ である。

【0034】

酸化インジウム+酸化亜鉛+酸化スズ系の場合には、 $I_n / (I_n + Zn + S_n) = 0.6 \sim 0.98 \text{ at\%}$ が好ましい。より好ましくは、 $0.75 \sim 0.95 \text{ at\%}$ である。¹⁰ ここで、at%とは、原子%を意味する。

【0035】

6. 本発明は、上記金属酸化物が少なくとも1種のランタノイド系酸化物を含むことを特徴とする。

【0036】

ランタノイド系金属酸化物の含有量は、全体の金属原子に対して $5 \sim 50 \text{ at\%}$ であり、好ましくは $10 \sim 40 \text{ at\%}$ である。さらに好ましくは $10 \sim 30 \text{ at\%}$ である。ランタノイド系金属酸化物の含有量が 5 at\% 未満では、抵抗が低くなる場合があり、仕事関数が低下する場合があるためである。また、ランタノイド系金属酸化物の含有量が 50 at\% 超では、絶縁膜化する場合があり、仕事関数も低下する場合があるからである。²⁰ ここで、at%とは、原子%を意味する。

【0037】

このように金属酸化物として、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズを含み、ランタノイド系金属酸化物を含有していることが望ましい。

【0038】

7. 本発明は、上記ランタノイド系金属酸化物が、酸化セリウム、酸化プラセオジウム、酸化ネオジウム、酸化サマリウム、酸化テルビウムからなる群から選択される酸化物であることを特徴とする。

8. 本発明は、上記金属細線が、Ag、AlおよびCuからなる群から選択される少なくとも1種を含むことを特徴とする。³⁰

【0039】

金属細線は、 $10 \mu\Omega \text{ cm}$ 未満の比抵抗を有する金属であることが望ましく、特にAg、Al、Cuを使用することが望ましい。

【0040】

9. 本発明は、上記金属細線が、仕事関数が 5.0 eV 以上である金属を含むことを特徴とする。

【0041】

金属細線が主成分とするAg、Al、Cuの安定化のために、仕事関数 5.0 eV 以上の金属を添加することが望ましい。

【0042】

10. 本発明は、上記仕事関数 5.0 eV 以上の金属が、Au、Ir、Ni、Co、Pd、Ptからなる群より選択した1種又は2種以上の金属であることを特徴とする。

【0043】

このように、仕事関数 5.0 eV 以上の金属として、Au、Ir、Ni、Co、Pd、Ptを使用するのが望ましい。なお、上記金属細線の性能に悪影響を与えない範囲で、上記以外の金属を添加することも好ましい。例えば、Mo、Zr、等の金属である。

【0044】

また、これらの金属のエッティング液は、特に制限はないが、下部の透明導電薄膜にダメージを与えないエッティング液を選択するのが望ましい。例えば、磷酸-酢酸-硝酸の混酸である。なお、この混酸に、スルホン酸、ポリスルホン酸等を添加することも可能である。⁴⁰

【0045】

また、この金属細線から成る金属層は単層である必要はなく、他の金属により金属層がサンドイッチされていても良い。他の金属としては、例えば、Ti、Cr、Mo、In、Zn等の金属が挙げられる。

【0046】

また、金属細線が、他の金属によりサンドイッチされている具体例としては、Ti/Al/Ti、Cr/Al/Al、Mo/Al/Mo、In/Al/In、Zn/Al/Zn、Ti/Ag/Ti等が挙げられる。

【0047】

11. 本発明は、請求項1～10に記載の有機電界発光素子用電極基板、陰極層および有機電界発光層からなる有機EL発光装置であることを特徴とする。¹⁰

【0048】

ここで、有機EL発光装置は、上記有機電界発光素子用電極基板と同様の作用効果を奏する。

【0049】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0050】

【実施例1】

(1) 有機EL素子用基板の製造準備(ターゲットの作成)

20

酸化インジウムと酸化スズとの粉末(平均粒子径 $1\mu\text{m}$ 以下)を、Sn/(In+Sn)のモル比が0.1になるように、湿式ボールミル容器内に収容し、72時間にわたって混合粉碎した。次に、上記手段により得られた粉碎物を造粒してから、直径4インチ、厚さ5mmの寸法にプレス成形した。これを焼成炉に収容した後、1500℃の温度で、36時間加熱焼成し、陽極層用のターゲットを作成し、このターゲットをITOターゲットと呼ぶ。

【0051】

酸化インジウムと酸化亜鉛との粉末(平均粒子径 $1\mu\text{m}$ 以下)を、Zn/(In+Zn)のモル比が0.15になるように、湿式ボールミル容器内に収容し、72時間にわたって混合粉碎した。次に、上記手段により得られた粉碎物を造粒してから、直径4インチ、厚さ5mmの寸法にプレス成形した。これを焼成炉に収容した後、1400℃の温度で、36時間加熱焼成し、陽極層用のターゲットを作成し、このターゲットをIZOターゲットと呼ぶ。³⁰

30

【0052】

また、酸化インジウムと酸化セリウムとの粉末(平均粒子径 $1\mu\text{m}$ 以下)を、Ce/(In+Ce)のモル比が0.18になるように、湿式ボールミル容器内に収容し、72時間にわたって混合粉碎した。次に、上記手段により得られた粉碎物を造粒してから、直径4インチ、厚さ5mmの寸法にプレス成形した。これを焼成炉に収容した後、1400℃の温度で、36時間加熱焼成し、陽極層用のターゲットを作成し、このターゲットをターゲット1と呼ぶ。⁴⁰

40

【0053】

次に、AgにCuを0.7wt%、Auを0.8wt%添加した金属ターゲットを作成し、このターゲットをACAターゲットと呼ぶ。

【0054】

また、AgにPdを0.5wt%、Cuを1.0wt%添加した金属ターゲットを作成し、このターゲットをAPCターゲットと呼ぶ。

【0055】

また、AlにPtを0.5wt%添加した金属ターゲットを作成し、このターゲットをA1ターゲットと呼ぶ。

【0056】

50

(2) 有機EL素子用基板の製造

次に、有機EL素子用基板の製造について説明する。この様子が図1に示されている。

【0057】

高周波スパッタリング装置にて、真空槽内に厚さ1.1mm、縦25mm、横75mmの透明なガラス基板および、得られた陽極用のITOターゲット、陽極用のターゲット1および、金属ターゲットであるAlターゲットを配置し、高周波スパッタリング装置を稼働して、到達真空度 5×10^{-4} Paまで減圧した状態で、アルゴンガスに酸素ガスを4%混入したガスを封入する。図1(1)はガラス基板10を示しており、請求の範囲における「基材」の一例に相当する。なお、基材の上に電極を設けたものを「電極基板」と呼ぶ。10

【0058】

当該雰囲気中において、真空度を 3×10^{-4} Pa、基板温度室温、投入電力100W、成膜時間14分の条件で、ITOターゲットを用いてスパッタリングし、厚さ110nmのITO膜をアルゴンガス中で形成した。この様子が図1(2)に示されている。

【0059】

次に、Alターゲットを用いて厚さ120nmのAl薄膜をアルゴンガス中で形成した。なお、基板温度は100°Cである。この様子が図1(3)に示されている。

【0060】

続いて、硝酸-磷酸-酢酸水溶液にて、Al薄膜をエッティングして、 $2.0 \mu\text{m}$ 幅のAl細線を形成した。この様子が図1(4)に示されている。また、このAl細線が請求の範囲における「補助配線として金属よりなる細線」の一例に該当する。20

【0061】

その後、この基板のITOターゲットで成膜したITO膜をAl細線がITOターゲットで作成したITO電極がサイドに少なくとも1本含まれる配置となるとのようなパターンとするべく、磷酸水溶液にてエッティングした。この様子が図1(5)に示されている。このようにバーニングを行って作成した電極をバーニング電極と呼ぶ。

【0062】

なお、ITOターゲットで成膜したITO膜の幅は $9.0 \mu\text{m}$ にするのが好ましい。

【0063】

次に、この基板と何も成膜していない基板を真空槽内に戻し、ターゲット1により金属酸化物の薄膜20nmを基板温度200°Cにて、電極取り出し部を除いて全面に形成した。この様子が図1(6)に示されている。また、この有機EL素子用基板が請求の範囲における有機電界発光素子用電極基板の一例に相当する。30

【0064】

次に、この基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、さらに、N₂（窒素ガス）雰囲気中で乾燥させた後、UV（紫外線）およびオゾンを用いて10分間洗浄した。

【0065】

(3) 測定結果

基板のUV洗浄後における陽極層の仕事関数の値をAC-1（理研計器社製）を用いて測定したところ、6.18eV（洗浄後）であった。また、陽極層を形成した基板の光透過率（波長550nm）を測定したところ、88%であった。上記バーニング電極（電極幅： $9.0 \mu\text{m}$ 、電極長さ：100mm）抵抗を2端針法で測定したところ $2.5 \text{ k}\Omega$ であった。また、ターゲット1からのみ成膜した金属酸化物の薄膜層の比抵抗は、 $10 \text{ E} + 5 \Omega \text{ cm}$ であった。40

【0066】

なお、測定結果については、表1中に示されている。

【0067】

(4) 有機EL素子の形成

真空蒸着装置における真空槽の基板ホルダに上記「基板」を装着し、次いで、真空槽内を、 1×10^{-6} Torr以下の真空度になるまで減圧した後、基板の陽極層上に、正孔輸50

送層、有機発光層、電子注入層および陰極層を順次積層して有機EL素子を得た。この様子が図4に示されている。

【0068】

なお、このとき、有機発光層の形成から陰極層の形成までの間は、一度も真空状態を破ることなく、同一真空条件であった。

【0069】

ここで、有機EL素子は請求の範囲の有機EL発光装置の一例に相当する。

まず正孔輸送材料としてT B D B を60 nm真空蒸着した。次に発光層としてD P V D P A NとD 1を真空下で40 nm共蒸着した。この時のD P V D P A Nの蒸着速度は40 nm/sであり、D 1の蒸着速度は1 nm/sであった。

10

【0070】

次に、電子注入層としてA 1 qを20 nm真空蒸着した。最後に、A 1およびL iを真空蒸着し、電子注入層上に陰極層を形成し、有機EL素子とした。

【0071】

この時のA 1の蒸着速度は1 nm/sであり、L iの蒸着速度は0.01 nm/sであり、A 1/L iの膜厚は200 nmであった。

【0072】

なお、これらについては、表1中に示されている。また、T B D B 、D P V D P A N、D 1、A 1 qの化学式が図5に示されている。

20

【0073】

(5) 有機EL素子の評価

得られた有機EL素子における陰極層をマイナス（-）電極、陽極層をプラス（+）電極として、両電極間に4.3 Vの直流電圧を印加した。

【0074】

このときの電流密度は2.0 mA/cm²であり、発光輝度は163 nit (cd/m²)であった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10 mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。

30

【0075】

なお、実施例1の結果が表1中に示されている。

【0076】

【表1】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
陽極層材料 (補助配線)	ITO + Al	ITO + Al	IZO + Al	ITO + APC
金属酸化物の保護層	酸化In/ 酸化Ce	酸化In/ 酸化Sn/ 酸化Ce	酸化In/ 酸化Zn/ 酸化Ce	酸化In/ 酸化Zn/ 酸化Sm
仕事関数(eV)(洗浄後)	6. 18	6. 05	5. 95	5. 90
光透過率(%) *	88	88	89	88
電極抵抗(kΩ)	2. 5	2. 4	2. 6	2. 3
金属酸化物薄膜層の比 抵抗(Ω cm)	10E+5	10E+5	10E+7	10E+6
正孔輸送材料	TBDB	TBDB	TBDB	TBDB
膜厚(nm)	60	60	60	60
発光層材料	DPVDPAN	DPVDPAN	DPVDPAN	DPVDPAN
膜厚(nm)	40	40	40	40
電子注入層材料	Alq	Alq	Alq	Alq
膜厚(nm)	20	20	20	20
陰極層材料	Al/Li	Al/Li	Al/Li	Al/Li
膜厚(nm)	200	200	200	200
電圧(V)	4. 3	4. 2	4. 6	4. 4
発光輝度(cd/m ²)	163	158	163	158
半減寿命	1000時間以上	1000時間以上	1000時間以上	1000時間以上

*:ガラスリファレンス

10

20

30

40

なお、本実施例1では、ガラス基板を用いたが、「基材」としては、ガラス基板、プラスティック基板、シリコンウエハ又はカラーフィルター色変換基板等を用いても良い。

【実施例1の2】

実施例1の変形例として、酸化インジウムを主成分とする透明導電薄膜と、補助配線として金属よりなる細線との積層する順番を入れ替えても好ましい。このような構成でも発明の作用・効果は上記実施例1と同様である。なお、積層の順番を入れ替えた構成の断面図が図3に示されている。

【0077】

50

【実施例2】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット2を用いた。ターゲット2を用いた他は、実施例1と同様に、有機EL素子を作成した。

【0078】

ターゲット2は酸化インジウムと、酸化スズと、酸化セリウムとから組成されている。また、インジウムのモル比 ($I_{n}/(I_{n}+S_{n})$) は0.9であり、スズのモル比 ($S_{n}/(I_{n}+S_{n})$) は0.1であり、かつ、金属全体におけるセリウムのモル比 ($C_{e}/(I_{n}+S_{n}+C_{e})$) は0.16である。

【0079】

なお、陽極層の仕事関数の値は、6.05eVであった。電極抵抗は、2.4kΩであった。¹⁰ 得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.2Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は158nitであった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。

【0080】

なお、実施例2の結果も表1中に示されている。

【0081】

【実施例3】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット3を用いた。ターゲット3を用いた他は、実施例1と同様に、有機EL素子を作成した。²⁰

【0082】

ターゲット3は酸化インジウムと、酸化亜鉛と、酸化セリウムとから組成されている。また、インジウムのモル比 ($I_{n}/(I_{n}+Z_{n})$) は0.9であり、亜鉛 ($Z_{n}/(I_{n}+Z_{n})$) のモル比は0.1であり、かつ、金属全体におけるセリウムのモル比 ($C_{e}/(I_{n}+Z_{n}+C_{e})$) は0.15である。

【0083】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.95eVであった。電極抵抗は、2.6kΩであった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.6Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は163nitであった。³⁰ また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。

【0084】

なお、実施例3の結果も表1中に示されている。

【0085】

【実施例4】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット4を用いた。また、金属ターゲットとしてはA1ターゲットの代わりに、APCターゲットを用いた。その他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作成した。⁴⁰

【0086】

ターゲット4は酸化インジウムと、酸化スズと、酸化サマリウムとから組成されている。また、インジウムのモル比 ($I_{n}/(I_{n}+Z_{n})$) は0.9であり、スズ ($S_{n}/(I_{n}+S_{n})$) のモル比は0.1であり、かつ、金属全体におけるサマリウムのモル比 ($S_{m}/(I_{n}+Z_{n}+S_{m})$) は0.18である。

【0087】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.90eVであった。また、電極抵抗は、2.3kΩであった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.4Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は158nitであった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²⁵⁰

／cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。

【0088】

なお、実施例4の結果も表1中に示されている。

【0089】

【表2】

IDM-0014

【表2】

10

	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1
陽極層材料 (補助配線) 金属酸化物の保護層	ITO + ACA 酸化In/ 酸化Sn/ 酸化Pr 5. 84	ITO + APC 酸化In/ 酸化Sn/ 酸化Nd/ 5. 82	ITO + ACA 酸化In/ 酸化Sn/ 酸化Tb 5. 95	ITO + Al 酸化In/ 酸化Sn/ 5. 25
仕事関数(eV)(洗浄後)	88	88	87	89
光透過率(%) *	2. 6	2. 7	2. 6	2. 8
電極抵抗(kΩ)				
金属酸化物の薄膜層の 比抵抗(Ωcm)	10E+6	10E+6	10E+7	10E-4
正孔輸送材料 膜厚(nm)	TBDB 60	TBDB 60	TBDB 60	TBDB 60
発光層材料 膜厚(nm)	DPVDPAN D1 40	DPVDPAN /D1 40	DPVDPAN /D1 40	DPVDPAN /D1 40
電子注入層材料 膜厚(nm)	Alq 20	Alq 20	Alq 20	Alq 20
陰極層材料 膜厚(nm)	Al/Li 200	Al/Li 200	Al/Li 200	Al/Li 200
電圧(V)	4. 5	4. 5	4. 6	5. 2
発光輝度(cd/m ²)	166	165	161	
半減寿命	1000時間以上	1000時間以上	1000時間以上	

* : 透過率:ガラスリファレンス

20

30

40

【実施例5】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット5を用いた。また、金 50

属ターゲットとしてはA1ターゲットの代わりに、ACAターゲットを用いた。その他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作成した。

【0090】

ターゲット5は酸化インジウムと、酸化スズと、酸化プラセオジウムとから組成されている。また、インジウムのモル比($I_n / (I_n + S_n)$)は0.9であり、スズのモル比($S_n / (I_n + S_n)$)は0.1であり、かつ、金属全体におけるプラセオジウムのモル比($P_r / (I_n + S_n + P_r)$)は0.20である。

【0091】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.84eVであった。また、電極抵抗は、2.6k Ω であった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.5Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は166nitであった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。10

【0092】

なお、実施例5の結果は表2中に示されている。

【0093】

【実施例6】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット6を用いた。また、金属ターゲットとしてはA1ターゲットの代わりに、APCターゲットを用いた。その他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作成した。20

【0094】

ターゲット6は酸化インジウムと、酸化スズと、酸化ネオジウムとから組成されている。また、インジウムのモル比($I_n / (I_n + S_n)$)は0.9であり、スズのモル比($S_n / (I_n + S_n)$)は0.1であり、かつ、金属全体におけるNdのモル比($N_d / (I_n + S_n + N_d)$)は0.15である。

【0095】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.82eVであった。また、電極抵抗は、2.7k Ω であった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.5Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は165nitであった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。30

【0096】

なお、実施例6の結果も表2中に示されている。

【0097】

【実施例7】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、以下に示すターゲット7を用いた。また、金属ターゲットとしてはA1ターゲットの代わりに、ACAターゲットを用いた。その他は、実施例1と同様にして有機EL素子を作成した。40

【0098】

ターゲット7は酸化インジウムと、酸化スズと、酸化テルビウムとから組成されている。また、インジウムのモル比($I_n / (I_n + S_n)$)は0.9であり、スズのモル比($S_n / (I_n + S_n)$)は0.1であり、金属全体におけるテルビウムのモル比($T_b / (I_n + S_n + T_b)$)は0.16である。

【0099】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.95eVであった。また、電極抵抗は、2.6k Ω であった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に4.6Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA/cm²であり、発光輝度は161nitであった。また、発光色は青色であることを確認した。さらに、耐久性評価として、10mA/cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。50

／cm²で定電流駆動したところ、1000時間以上経過後にも、特にリーク電流の発生は見られなかった。

【0100】

なお、実施例7の結果も表2中に示されている。

【0101】

【比較例1】

実施例1におけるターゲット1の代わりに、IZOターゲットを用い、金属ターゲットにAlターゲットを用いたほかは、実施例1と同様に、有機EL素子を作成した。

【0102】

なお、陽極層の仕事関数の値は、5.25eVであった。得られた有機EL素子に実施例1と同様に、電極間に5.2Vの直流電圧を印加したところ、電流密度の値は2.0mA／cm²であった。また、発光色は青色であることを確認した。但し、陽電極間に電流が流れ单一画素での発光はできず、単純マトリックス駆動は不可能であった。¹⁰

【0103】

なお、比較例1の結果も表2中に示されている。

【0104】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の有機電界発光素子用電極基板を用いて有機EL発光装置を構成すれば、特定の無機化合物からなる陽極層等を備えることにより、透明性や耐久性に優れ、駆動電圧が低くとも、高い発光輝度が得られる有機EL発光装置を提供することができるようになった。また、特定の無機化合物からなる陽極層等は、優れたエッチング特性を有していることも確認された。²⁰

【0105】

また、本発明の有機EL発光装置によれば、上述した透明性や耐久性に優れ、駆動電圧が低くとも、高い発光輝度が得られる有機EL発光装置を効率的に提供することができるようになった。

【0106】

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態における電極基板の製造過程の一連の断面図である。

【図2】本実施の形態における電極基板の断面図である。

【図3】本実施の形態における他の形式の電極基板の断面図である。³⁰

【図4】本実施の形態における有機EL素子の断面図である。

【図5】各種物質の化学式を表した図である。

【符号の説明】

10 ガラス基板

12 透明導電薄膜層

14 金属層

16 金属細線

18 金属酸化物の薄膜層

20 正孔輸送層

22 有機発光層

24 電子注入層

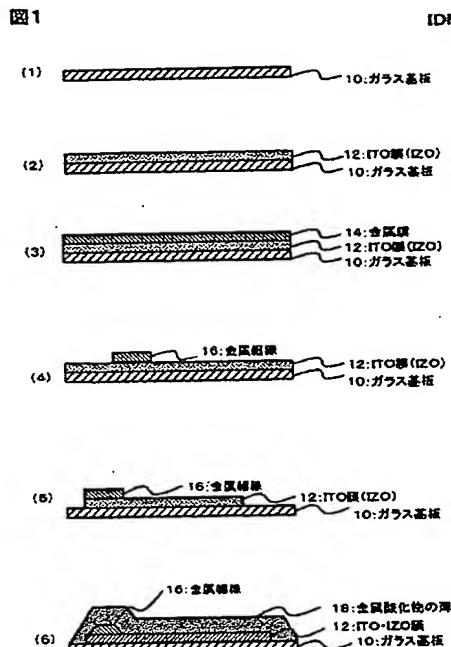
26 陰極層

30 有機EL素子

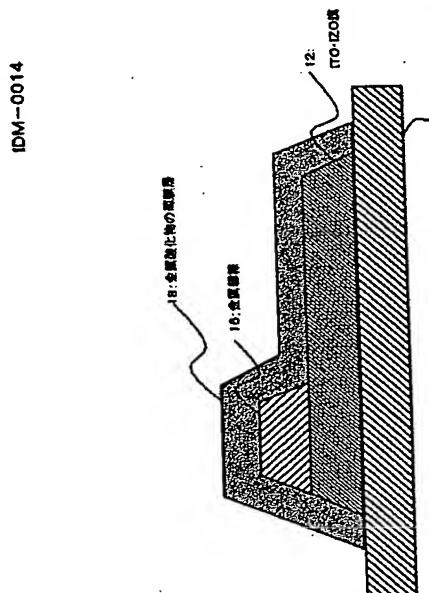
30

40

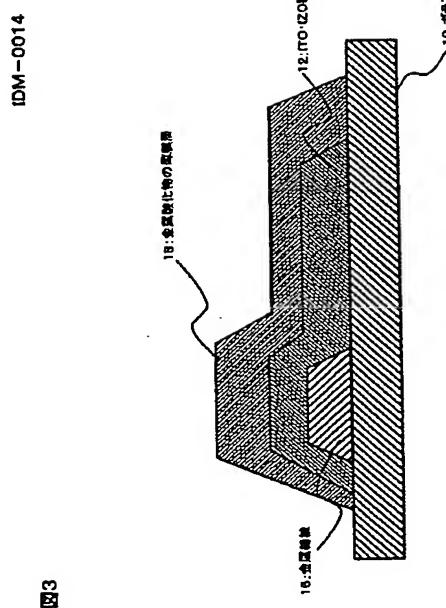
【図 1】



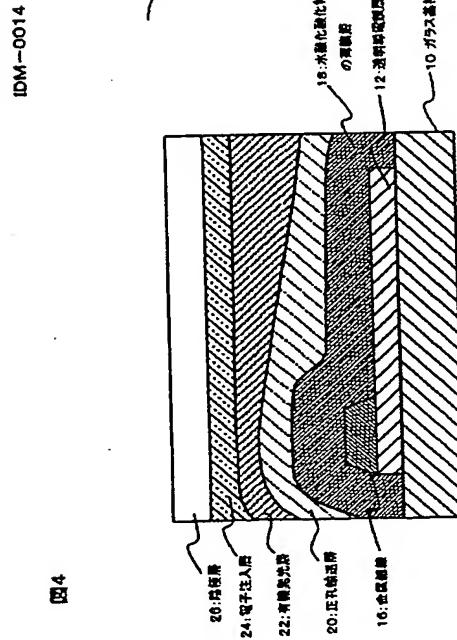
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図5】

図6

IDM-0014

